

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-120778

(43)Date of publication of application : 06.05.1997

(51)Int.Cl.

H01J 11/02

H01J 9/02

H01J 11/00

(21)Application number : 08-245954

(71)Applicant : AT & T CORP

(22)Date of filing : 18.09.1996

(72)Inventor : JIN SUNGHO

KOCHANISKI GREGORY PETER

WEI ZHU

(30)Priority

Priority number : 95 530978

Priority date : 19.09.1995

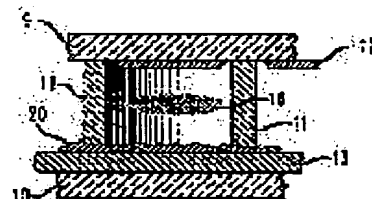
Priority country : US

(54) IMPROVED PLASMA DISPLAY USING LOW VOLTAGE ELECTRODE MATERIALS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a improved plasma display to have higher resolution and reinforced mechanical strength with low operation voltage by using as the material for electrodes a specific low electron affinity material.

SOLUTION: This plasma display is comprised of at least one plasma display cell, which is formed of a pair of electrodes (12: anode, 13: cathode) and a separator separating these electrode, and which encloses gas derived from rare gas dispersed in a volume. The improvement is that at least one of electrodes is formed of one material selected from a group consisted of diamond, aluminum nitride, and aluminum gallium nitride, all of which materials are low electron affinity materials having electron affinity of less than 3 electron volts. For example, a layer of such material 20 is added on the cathode 13. The low voltage affinity materials are, in general, in form of layer of thickness in a range of approximately 0.005 to 100 micron.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 07.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.05.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-120778

(43) 公開日 平成9年(1997)5月6日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 11/02			H 0 1 J 11/02	B
9/02			9/02	F
11/00			11/00	B

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-245954

(22) 出願日 平成8年(1996)9月18日

(31) 優先権主張番号 08/530978

(32) 優先日 1995年9月19日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390035493

エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション

AT&T CORP.

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨーク
ニューヨーク アヴェニュー オブ
ジ アメリカズ 32

(72) 発明者 サンジョー ジン

アメリカ合衆国 07946 ニュージャージー
イ, ミリントン, スカイライン ドライヴ
145

(74) 代理人 弁理士 岡部 正夫 (外1名)

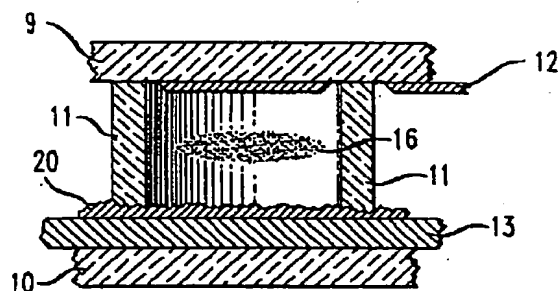
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低電圧電極材料を利用する改善されたプラズマ・ディスプレイ

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、ダイヤモンドまたは窒化アルミニウムなどの低い電子親和力材料からなる改善された電極構造を持つプラズマ・ディスプレイに関する。

【解決手段】 直流表示において、LEA材料は陰極に設けられる。交流表示において、LEA材料は両方の電極の誘電性層のうえに設けられる。改善された表示装置は、動作電圧の低下、より高い分解能、および強化された丈夫さを表す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つのプラズマ・ディスプレイセルからなるプラズマ・ディスプレイにおいて、前記セルは、一対の電極と前記電極を隔てる壁とからなり、希ガスからなる体積中に広がったガスを封じているプラズマ・ディスプレイにおいて、前記電極の少なくとも1つは、ダイヤモンド、窒化アルミニウム、及び窒化アルミニウムガリウムからなるグループから選択された材料からなり、3電子ボルト以下の電子親和力を有する低電子親和力材料からなるプラズマ・ディスプレイ。

【請求項2】 前記低電子親和力材料は、多欠陥ダイヤモンドからなる請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項3】 低電子親和力材料は、ダイヤモンド粒子からなる請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項4】 前記低電子親和力材料は、0.005-100 μm の範囲の厚さを持つ層の形である請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項5】 前記低電子親和力材料は、前記電極の少なくとも60%をカバーする請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項6】 前記プラズマ・ディスプレイ・セルは、80ボルトより少ないオン電圧を持っている請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項7】 前記壁が、3電子ボルトより少ない電子親和力を持つ低電子親和力材料からなる請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項8】 前記対の両方の電極は3電子ボルトより少ない電子親和力を持つ低親和力材料からなる請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項9】 前記低電子親和力材料は、ダイヤモンドからなり、前記ガスは更に水素からなる請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項10】 前記低電子親和力材料は、窒化アルミニウム、あるいは窒化アルミニウムガリウムからなり、および前記ガスは更に窒素からなる請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項11】 前記低電子親和力材料は、水素プラズマ処理されたダイヤモンド粒子からなる請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項12】 前記プラズマ・ディスプレイ・セルは、前記ガス中に水素を解放する水素貯蔵原料からなる請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項13】 前記電極のうちの1つは、前記電極の他方に向かって突き出た端部を持つU字型の表面を持つ陰極である請求項1に記載のプラズマ・ディスプレイ。

【請求項14】 プラズマ・ディスプレイを構成する方法であって、表示陰極として使用するためパターン化された導電性の

表面を持っている基板を提供することと、ダイヤモンド、窒化アルミニウム、窒化アルミニウムガリウムからなるグループから選択された低電子親和力材料を前記表示陰極上に堆積することと、前記基板の表面上の選択された位置にバリア・リブを形成してプラズマ・セル空洞壁を定義することと、プラズマ・ディスプレイ装置の形成を完了することとを具備する方法。

【請求項15】 前記低電子親和力材料は、粒子のスプレーコーティングにより堆積される請求項14に記載の方法。

【請求項16】 前記バリア・リブは、下部導電性部分と上部絶縁性部分から形成される請求項14に記載の方法。

【請求項17】 前記バリア・リブの前記下部導電性部分の上に低電子親和力材料を堆積することを更に具備する請求項16に記載の方法。

【請求項18】 前記下部導電性部分は、複数のスルーホールを含むスクリーンとして前もって作られ、前記基板に固着される請求項16に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ダイヤモンドまたは窒化アルミニウムなどの低い電子親和力材料からなる改善された電極構造を持つプラズマ・ディスプレイに関する。

【0002】

【従来の技術】プラズマ・ディスプレイは、低圧ガスプラズマ領域からの放出を利用して可視領域の表示素子を提供する。典型的な表示セルは、希ガスを含んでいる封止されたセル内の1対の電極からなる。電極間に十分な電圧が印加される時、ガスはイオン化し、プラズマを形成し、可視光と紫外線を放出する。プラズマからの可視光の放出は直接見ることができる。紫外線の放出は、リンから可視光を励起するために使用できる。そのような表示セルのアドレス指定可能な配列によりプラズマ・ディスプレイパネルは形成される。典型的には、表示セルは、2つのガラス基板に堆積された2つの対向する直交電極の組により定義された配列内に形成される。基板の間の領域はネオンなどの希ガスにより満たされ、封止されている。

【0003】プラズマ・ディスプレイは、小さな数字インジケータから大きいグラフィックス表示まで種々のサイズの広範囲の分野で利用されている。典型的な分野は、H. G. スロットウによるIEEEトランザクション・エレクトロン・デバイス (巻ED-23, No. 7, ページ760等, 1976) とS. ミコシバによるソサエティ・フォ・インフォーメーション・ディスプレイ・セミナー (No. F-2, 1993) に述べられている。これらは、引用によりここに組み込まれる。プラ

ズマ・ディスプレイは、将来のワークステーション表示とHDTV表示のための強い競争者である。

【0004】プラズマ・ディスプレイの商業用の成功は多くの望ましい特性に起因している。例えば、プラズマは、非常に強い非線形の電流-電圧特性を持っていて、それは、多重化あるいはマトリクスアドレス指定のために理想的に適している。この非直線性は、また、内部のメモリーと論理能力も提供し、それらは外部回路ドライバーの数を減らすために使用可能である。プラズマからの紫外線の放出は、リンを励起するために使用でき、従って、フルカラー表示の形成を可能としている。プラズマ・ディスプレイの他の好ましい属性は、寿命が長く（直流表示では約10,000時間、交流表示では50,000時間以上）で致命的な故障メカニズムがないことである。それらは、高い分解能、よいコントラスト比、広い視野角（CRTに比較可能である）、およびグレイスケール能力を提供する（8ビット、256レベル）。表示は、大面積に製造可能なでこぼこな自立した構造であり、（2048x2048画素の1.5mの対角線の表示が報告されている）、厳しい環境と広い温度変化に耐える。プラズマ・ディスプレイの主要な欠点は、高い駆動電圧（150-200V）、相対的に低い発光性（CRTの700cd/m²に比較して約100cd/m²）および低い発光効率（CRTの41m/Wと比較して0.21m/W）である。

【0005】プラズマ・ディスプレイは通常直流または交流に分類される。直流表示においては、電極はプラズマと直接接触している。電流は抵抗により制限されている。交流表示においては、典型的には電極はプラズマから誘電体により離されていて、電流は容量により制限されている。

【0006】プラズマからの正に荷電されたエネルギーを持つイオンの衝突の下で陰極材料は徐々にスパッタされ侵食されるので、直流表示は最終的に故障する。これらの陰極材料の侵食またはスパッタリングは直流プラズマ・ディスプレイの典型的な寿命を約10,000時間に制限している。スパッタリングは、また、陰極材料のガラスカバーの内側の表面上への体積をもたらし、光の透過を減らしている。

【0007】少量の水銀を付加すると、スパッタリングの問題は減るが、それを解決するわけではない。ガス状の水銀を付加すると、スパッタリングの影響は数オーダーの大きさに減少するが、水銀粒子は、最も冷たい場所に集中しがちである。結果として、スパッタリングが問題となる活性領域では水銀は少ない。水銀は、BaとAgなどの金属と化学的に反応して、それらは、電気的リード材料あるいは電極として使用される。加えて、水銀からの強い可視領域の放出は、色の純度を下げる。

【0008】従来の材料を使用する交流表示では、汚染の問題がある。典型的な交流プラズマ・ディスプレイで

は、導電性の電極は、誘電性の層によりカバーされ、MgOにより覆われている。MgOによる被覆は、高い2次電子放出係数を持ち、そのガスに対して絶縁破壊電圧を減らす。さらに、MgOは、スパッタリングに抵抗があり、従って、機器に非常に長い寿命を与える。問題は、MgOが製造工程での汚染に影響され易いことである。いったん汚染されたら、きれいにすることは事実上不可能である。

【0009】従来のプラズマ・ディスプレイの高い動作電圧（150-200V）は不利である。比較的高い動作電圧の使用と、誘電破壊の関連する問題のため、陰極と陽極の間に背の高い誘電正のバリヤ・リブを使用することが必要になる。プラズマ・ディスプレイでのエネルギー損失の多くが、バリヤ・リブとのプラズマの衝突に起因しているので、大きな表面对体積比を持つ高いアスペクト比の表示セルは望ましくない。加えて、より小さいセルを持つ高画素密度表示は、バリヤリブが背の高いままとどまれば、得ることが非常に困難である。

【0010】動作電圧が下げられれば、リブの高さを減らすことができ、より少ないセルサイズが実現できる。より短いリブは、前面の透明電極により定められる立体角を増大させて、バリヤ・リブにより吸収される光子の数を減らす。従って、ある入力電力に対して、より多くの光子が表示装置を出ることになる。

【0011】従って、低動作電圧、機械的頑丈さ、化学的安定性、厳しい環境への耐性を提供する直流と交流のプラズマ・ディスプレイのための新しい電極材料を開発する必要がある。

【0012】

【発明の概要】改善されたプラズマ・ディスプレイは、ダイヤモンドなどの低い電子親和力（LEA）材料から成る電極を利用している。直流表示においては、LEA材料は第一に陰極に設けられる。交流表示においては、LEA材料は第一に両方の電極の誘電層に設けられる。改善された表示は動作電圧の減少、より高い分解能、および強化された丈夫さを表す。

【0013】発明の性質、利点、および様々な付加的な特徴は、添付図面と関連して詳細に説明される実施例を考慮して十分に明らかとなるであろう。

【0014】

【発明の実施の形態】本説明は3つの部分に分割されている。パートIは、改善された陰極構造を持っている直流プラズマ・ディスプレイセルを説明している。パートIIは、パートIの改善されたセルを使用する直流プラズマ・ディスプレイの組立てを説明している。パートIIIは、改善された電極を持つ交流プラズマ・ディスプレイを説明している。

【0015】I.改善された直流プラズマ・ディスプレイ・セル

図面を参照し、図1は、直流プラズマ・ディスプレイの

ための従来のセル8の断面図である。セル8は、バリヤ・リブ11により分離された1対のガラスプレート9と10から成っている。一方のプレート9が透明な陽極12を含んでいる。他のプレート10は陰極13を含んでいる。プレート9と10は典型的にソーダ石灰ガラスである。陽極12は、典型的には金属メッシュまたはインジウムスズ酸化物 (ITO) コーティングである。陰極13は、Ni、W、およびステンレスなどの金属、又は導電性の酸化物である。ネオン、アルゴン、またはキセノン (または、それらの混合物) などの希ガス14が、電極の間のスペースに満たされている。バリヤ・リブ11は誘電性で、典型的に、それらはプレート9および10を約200 μm 分離している。動作では、電源15からの電圧は電極間に印加される。印加電圧が十分に高い時には、プラズマ16は可視領域と紫外領域の光を形成し放出する。

【0016】この従来の直流セルに伴う困難さは、容易に見られることができる。陰極13がプラズマ16に浸されているので、エネルギーを持ったイオンにより衝撃を受ける。この衝撃により生じるスパッター効果は、陰極13の寿命を厳しく制限する。

【0017】図2は、本発明に従って改善された表示セルの図である。図2のセルは、陰極がダイヤモンドなどの低い電子親和力材料 (LEA材料20) の付加的な層からなる点を除いて、図1のそれと同様である。層20は、導体13上に提供されることが望ましい。用語「低電子親和力材料」は、約3電子ボルト (eV) 以下の電子親和力 (仕事関数) を持つ材料を言い、約2 eV以下であることが望ましく、負の電子親和力を持っている材料 (NEA材料) を特に含んでいる。LEA材料20の存在により、プラズマ16を低電圧で発生させることができる。それゆえ電界の下で、あるいはイオン、準安定原子、光子の衝突時に、LEA材料からの電子放出が従来の材料でよりも容易である。この容易にされた放出により、パワー消費量が大いに減り、ドライバー電気回路が簡素化でき、より高い分解能が可能となる。

【0018】ダイヤモンド、および、特に水素プラズマで処理されたダイヤモンドは、LEA材料として好ましい。ダイヤモンドは実際、負の電子親和力を持つように作られることができる。さらに、ダイヤモンドは、既知の材料の中で最もかたい材料のうちの1つであり、スパッタリングに対して非常に抵抗力がある。発明者は、以前に、化学気相成長 (CVD) により作られた欠陥が多いダイヤモンドが、低電圧電界放出器であることを発見した。ジン等により1995年10月31日に出願された「強化ダイヤモンド電界放出器を採用する電界放出装置」という名称の米国特許出願番号08/331458を参照。これは、引用によりここに組み込まれる。ここに参照される多欠陥ダイヤモンドは、 $5-15\text{ cm}^{-1}$ の範囲で、望ましくは $7-11\text{ cm}^{-1}$ の範囲で半値全幅によ

り広げられた 1332 cm^{-1} のダイヤモンドピークによりラマン分光計で特徴付けられる。さらに、500-800℃の温度の水素プラズマにおいて前処理されるときには、高い温度、高圧プロセス (爆発的または静的) により作られたナノメートルサイズのダイヤモンド粉は、より優れた電子放出特性を持っている。ジン等により1995年1月31日に出願された「活性化ダイヤモンド粒子放出器を採用する電界放出装置とそれを作る方法」という名称の米国特許出願番号08/381375を参照。これは、ここに引用により組み込まれる。ここに使用されるナノメートルサイズのダイヤモンドは、5 nmから1000 nmまでの範囲、好ましくは10 nmから300 nmまでの範囲の最大寸法を持っているダイヤモンド粒子である。ナノメートルサイズのダイヤモンドはサイズが均一であることが望ましい。90%のものが平均の1/3と平均の3倍の最大寸法を持つことが望ましい。光放出測定は電子親和力が負であることを示している。ダイヤモンドと同類の炭素 (DLC)、窒化アルミニウム (AlN)、および窒化アルミニウムガリウム (AlGaIn) は、低いまたは負の電子親和力 (約3 eV以下) を持ち、直流プラズマの陰極を改善するためのよいLEA材料である。

【0019】図3は、低電子親和力材料からなる陰極が、金属陰極と比較して、プラズマオン電圧をかなり減らすことができることを示すための実験的なセットを示している。ダイヤモンドコーティング31がされたMo陰極30は、ステンレス真空室32内に置かれて、プラズマ33が陰極の近くでたたいた。純粋なMoが陰極として使われたときには、陰極に印加された-300 Vまでの電圧は、10 Torrの水素ガスから可視プラズマを生じなかった。しかし、Mo表面が図3に示するようにダイヤモンド31の薄膜でコーティングされたときには、約150-200 Vで起きた水素ガスの絶縁破壊電圧は、陰極の近くで強い可視グロー放電を生じた。それは、ダイヤモンドと関連する低電子親和力のため、イオン、準安定原子あるいは光子からの衝突のような陰極表面で起こる多くの重要な反応が陰極表面から電子の噴出を刺激する。放出された電子は体積反応を開始し、プラズマのオンのためのしきい値電圧を下げる。

【0020】陰極のLEA材料の好ましい厚さは、0.005-10 μm の範囲であり、より好ましくは0.02-1 μm の範囲である。陰極材料の望ましい形状は、薄膜または薄層である。鋭い結晶小面または結晶点の突出は、電界の集中のために望ましい。そのような膜は導電性の基板上に化学気相成長 (CVD) により典型的に準備される。物理的なまたは電気化学的な堆積方法も除外されない。堆積された膜が、成長欠陥を含むことにより、またはドーピングにより導電性にされることが重要である。ダイヤモンドは、CVD成長の間にB、N、C、Pを組み込むことにより、あるいは成長後、随意に

アニーリングよりこれらのドーパントをイオン注入することにより、導電性にドーピングされてもよい。

【0021】LEA膜を成長させる代わりとして、LEA材料の非常に細かい粒子が、導電性の基板表面上に均一な厚さ層として形成され、基板上に結合されてもよい。LEA粒子と基板の間の高い接触抵抗が、電子の輸送を困難にするので、機械的な接触だけは避けられるべきである。

【0022】好ましいLEA粒子は、 $0.002-1\mu\text{m}$ の範囲の、好ましくは $0.005-0.5\mu\text{m}$ の範囲の粒度を持つダイヤモンドである。特に、Mypolexの製品名でE. I. デュポンにより販売されているナノメートルサイズのダイヤモンド粒子であるので望ましく、ジェネラルエレクトリックにより販売されている同じようなサイズのダイヤモンド粒子も好ましい。これらのナノメートルサイズのダイヤモンドは、ここに説明したように処理されるとき、ここに説明するように改善されたプラズマ・ディスプレイのための非常に低電子放出しきい値電圧を表す。——一般に、(例えば、約 $1\mu\text{m}$ より大きいサイズの)絶縁ダイヤモンド粒子では見られないが——この異常な放出行動の正確な理由ははっきりと理解されていない。それは、しかしながら、ナノメートルサイズに構造化されたダイヤモンド粒子に存在する特定の欠陥によると思われる。

【0023】細かい粒子ダイヤモンドを使うことにおける別の有利な点は、電気泳動堆積あるいはスプレーコーティングによる堆積の容易さである。 $1-1000$ 分間の $200-1000^\circ\text{C}$ でシリコン基板上にスプレーコーティングされたナノメートルサイズのダイヤモンド粒子の水素プラズマ熱処理により、粒子基板界面において化学的接合および電気接触が作られる。同時に、低電圧プラズマ・ディスプレイに適当なダイヤモンド上に清浄な水素終端NEA表面を作り出す。

【0024】望ましい陰極構造は、その表面の少なくとも60%、好ましくは90%に、1つあるいはそれ以上の低電子親和力電子放出器材料を含んでいる。好ましい材料は、それに限定されないが、導電性のダイヤモンド、AlN、またはAlGaInを含んでいる。本発明の表示装置で望ましいプラズマオン電圧は、高々150ボルト、好ましくは80V以下、更に好ましくは50V以下である。

【0025】II. プラズマ・ディスプレイの製造
本発明は、プラズマオン電圧の低下により高密度分解能プラズマ・ディスプレイの製造を可能とする。低電子親和力陰極を使用するプラズマ・ディスプレイは従来のプラズマ・ディスプレイより少なくとも30%、好ましくは100%高いセル密度で持つことができる。

【0026】プラズマ・ディスプレイを構成するための例示的手続は、図4のフローチャートにおいて説明される。プラズマ・ディスプレイは、本質的に、図2に示さ

れたタイプのプラズマセルの配列である。最初のステップ(図4のブロックA)は、陰極として使用するため導電性表面を適当な大きさにし、表面が仕上げられ、パターン化された(例えば、導体あるいは導体がコーティングされた表面の平行なストライプにされた)基板を提供する。基板は、導電性にコーティングされたガラスであることが望ましい。好ましい導体材料は、Mo、W、Hf、Zr、Ti、V、Siを含んでいる。ダイヤモンドのLEA材料の堆積のためには炭化物形成金属を、またAlNまたはAlGaInの堆積のためには窒化物形成金属を選ぶことが一般に望ましい。導体は薄膜または厚膜ストライプにパターン化されている。導体または導電性のコーティング材料の厚さは、一般に $0.1-100\mu\text{m}$ の範囲、好ましくは $0.2-10\mu\text{m}$ の範囲である。

【0027】2番目のステップ(図4のブロックB)は、LEA材料を陰極導体の表面に堆積させることである。材料は、CVD法、プラズマ噴射堆積、またはホットフィラメントプロセスにより堆積される。ダイヤモンド膜はマイクロ波プラズマ強化CVD法を用いて堆積されることが有利である。例示的なガス混合物は、 $400-1000^\circ\text{C}$ の温度の1-10体積%のメタン(CH_4)と H_2 ガスである。AlNまたはAlGaIn膜は、 $500-1100^\circ\text{C}$ でアンモニア中でトリメチルアルミニウムまたはトリメチルガリウムを用いてCVD処理により堆積させられることが好ましい。図4のステップAとBは、もし要求されるならば保留されることができる。

【0028】その場のCVD法により堆積させられたLEA材料は基板へのよい化学的、および電氣的の接合を有する。材料は、連続的な膜としてあるいは島状に互いに完全に離れて堆積させられることができる。陰極LEA材料に対する島状の幾何学的形状は、特に、(より電子が放出しやすいために)電界の集中のために陽極に向かって鋭い結晶小面、および角を形成する傾向のためばかりでなくメリットがある。島状の幾何学的形状は導体基板からの電子の輸送パスを短くすると言う付加的な長所も持っている。CVD堆積された島の望ましいサイズは、一般に $0.05-10\mu\text{m}$ の範囲、好ましくは $0.05-2\mu\text{m}$ の範囲である。望ましいダイヤモンド島状幾何学的形状の例示的な微細構造が、図5に示されている。平らな底の、鋭利な角を持つダイヤモンドの島は、水素中にメタンガス(2%)の混合体を用いて約 900°C のマイクロ波CVD堆積法によりSi上に堆積させられる。平らな底の形態はよい電氣的接触を提供する。

【0029】プラズマパネル表示における効率的な使用のために堆積されたLEA材料を電氣的に伝導性か、または半伝導性にすることが重要である。これは、(例えば、ダイヤモンドに格子欠陥を導入し、または導電性にドーピングすることにより)エネルギーバンドギャップ

が減らされた材料を成長させることによって達成させることができる。さらに、他の例では、絶縁LEA材料は、多欠陥LEA材料またはドーブされたLEA材料でコーティングされ、表面導電率を強化することができる。

【0030】CVD処理により堆積された連続膜あるいは島状のLEA材料構成の変わりに、LEA粒子が準備され、導電性の陰極表面に接着されてもよい。それらは、多欠陥またはドーブされたLEA材料でプレコーティングされ、または、それらは、堆積の後に、多欠陥またはドーブされたLEA材料の表面層のイオンインプランテーションまたは堆積により修正されることができる。LEA粒子は下の導電性の基板とのよい電気的接触を持つべきであろう。緩い粒子は、その界面において高い電気的接触抵抗のため電子放出器として効率的に働かないだろう。

【0031】緩いLEA粒子、例えばダイヤモンドまたはAlN粒子は、一旦導電性基板表面に堆積されると、電子放出器として効率的に機能するように、導体の上に接合されるべきである。この接合を達成するための好ましい方法は、水素プラズマ熱処理である。例えば、ナノメートルサイズのダイヤモンド粒子(0.01-0.05 μm のサイズ、液状媒体に分散されている)は、Si表面にスプレーコーティングされ、その後、1-1000分200-1000°Cで水素プラズマ中で処理される。他に、LEA粒子は、機械的な押しつけにより、続いて、化学的接合を発生させるための熱処理により導体の上に埋め込まれあるいは圧縮されてもよい。熱処理は、水素プラズマ処理、あるいは多欠陥またはドーブされた材料の表面堆積/成長が随意に続いていてもよい。

【0032】LEA材料のコーティングが実質的にピンホールをなくすことが好ましい。露出された金属表面地域(例えば、下の導体ストライプ)は、表示動作の間に叩き出されるかもしれない、LEAコーティング上に好ましくなく堆積されるかもしれない。導体表面の少なくとも60%、好ましくは90%は、低電圧電子放出器でカバーされるべきである。どのような露出された金属領域も、スパッタリングを減らし、堆積材料を制限するために、平均的な表面より下にかなり凹まされている。ナノメートルサイズのダイヤモンド粒子からなるプラズマ・ディスプレイのばあいには、約1-100の粒子層と等価の厚さが一般であり、約1-20の層が望ましく、2-10の層がさらに望ましい。

【0033】図4のブロックCにおいて示される次のステップは、バリヤ・リップ(空洞壁)を陰極の表面上の選択された位置に付加することである。隣接したセルの間のバリヤ・リップは、全体の表示が、よい色、純度、およびコントラストを表すように、プラズマおよび紫外線光子を単一の画素に制限するために使用され、バリヤ・リップはガラスまたはセラミックなどの絶縁物で作られるこ

とができる。それらは四角、長方形、または丸い穴を持つ平面幾何学形状を持ってもよいし、または、それらは長い平行ストライプを持ってもよい。それらは、約0.5から3のアスペクト比を持つ約5-200 μm の壁厚を持つ。好ましくは、それらは、1-2アスペクト比を持つ5-25 μm の壁厚を持つ。壁は、焼結/溶融の前のスクリーン印刷、スプレーコーティング、または粉末包含スラリーのディスペンサー書き込みなどの種々のよく知られたセラミックの処理方法により形成されることができる。他に、壁は、リソグラフィエッチング、加工、レーザー除去、サンド研磨、あるいは平らな空白セラミック層などの除去手段により準備できる。

【0034】新規な特徴は、バリヤ・リップ壁上に電子放出表面あるいは電子増倍表面を作ることである。このステップは、従来のプラズマ・ディスプレイにおける平らな、水平の陰極表面と比べて、カップ形(または、U字型)陰極表面を作ることにより、陰極表面を拡張し、光子トラップと関連するエネルギー損失を最小にする。そのような壁構造は、単一ユニットまたは2部構造で合ってもよい。図6は、底側の導電性バリヤ壁60からなる2部壁と上側での電気的絶縁性のバリヤ壁61を示す。

【0035】図6の表示を構成するための例示的な処理シーケンスは次の通りである。基板10(導電層ストライプ13でコーティングされた後ガラスプレート)上に、下部セラミックバリヤ壁60が先ず例えばスクリーン印刷によって付加される。下部バリヤリップ壁60がガラスのような電気的絶縁材料で作られていれば、導電性金属、酸化物、あるいは炭化物の導電性表面薄膜(図示せず)が(スパッタリングあるいは蒸着のような)物理的堆積法により、(CVD法、電気メッキ、あるいは無電気メッキのような)化学的堆積法により、あるいは(鉛津含有スラリーのスプレーコーティングと続いての焼結あるいは溶融のような)機械的堆積法により負荷されてもよい。傾斜角堆積は、個々のセルの垂直な壁とコーナーにアクセスするために利用されることが望ましい。

【0036】そのような導電性の層がバリヤ・リップ壁に付加されるべきならば、特に好まれた方法は、このステップを、基板上に導電性のストライプを提供する前述のステップと結合することである。図7に示される結果的な構造では、水平基板表面とほぼ垂直バリヤ・壁表面の両方とも、同時に導電性の層70によってコーティングされることができる。

【0037】図6の他の変形例では、導電性の下部バリヤ・リップ壁は図8に示されるように前もって作られてもよい。前もって作られた構造は、複数のスルーホール81(丸、四角、六角、または他の形状の穴)を含むスクリーン80の形である。前もって作られた構造は、導電性ストライプを持つ基板上に落とされる。このプロセスは、プラズマ・ディスプレイ機器の急速な自動化組立において著しい長所を持つ。なぜなら、それは、セラミッ

クペーストのスクリーン印刷、乾燥、および個々の表示の治癒と時間がかかるステップが省かれているからである。導電性のスクリーン80は、典型的には約5-200 μm の大きさの開口部を持ち、Ni、Mo、Ag、W、またはそれらの合金の薄いシート金属から、または導電性のセラミック材料から準備できる。有利に、導電性の接着剤またはハンダ材料（図示せず）は、水平電極と垂直壁の間の機械的な接着と改善された電気伝導のために落下スクリーンの底表面に適用される。

【0038】図4のブロックDにおいて示される次のステップは、バリア・リブの表面にLEA材料を随意に付加することである。導電性の下部バリア・リブ材料（あるいは、絶縁壁材料の倍には表面導電性層コーティング）は、LEA層へのよい接着と電気的接続を提供するように選ばれる。前に述べられた様々な材料が使用可能である。その構造と、ほぼ垂直バリア・リブ上にLEA材料を堆積する手順は、ステップBに対して説明されたものと同様である。LEA材料はバリア・リブの下部60にだけ付加でき、または、それらは下部および上部分（60と61）に付加できる。

【0039】図4の次のステップ（ステップE）は、導電性の下部バリア・リブの頂部に直接（図6に図示されるような）電気的に絶縁性の上部バリア・リブを付加することである。（ガラスなどの）セラミックまたは（ポリイミドまたは熱分解ポリマーのような）ポリマー材料が使用可能である。上部バリア・リブは、例えば、セラミック粒子含有前駆物質スラリー（または、適当な粘度を持つ未硬化ポリマー前駆物質溶液）のスクリーン印刷またはスプレーコーティングによって多数の異なる処理技術により付加できる。特に便利な方法は、下部バリア・リブが突出しているという事実を利用する。下部バリア・リブ構造を持つ基板は、場所的に、（インクで濡れたインクパッドに触れるゴム印のように）絶縁前記物質溶液またはスラリーでコーティングされた、あるいはそれを含有する軽く従順なパッドと接触するようにさせられる。前駆物質溶液またはスラリーは、上部のバリア・リブに後で変換される必要がある。インクパッド状の装置は、絶縁性の前駆物質輸液またはセラミックスラリーでコーティングされた平らな表面またはローラー表面のいずれであってもよい。絶縁上部バリア・リブ材料の望ましい厚さは、プラズマ・オンの動作電圧に依存する。典型的な厚さは、2-100 μm の範囲であり、好ましくは5-50 μm の範囲である。

【0040】他のプロセスは、下部バリア・リブに対するそれらとマッチするように開けられた穴を持つように適当にパターン化されたポリマーまたはセラミック薄シートなどの絶縁材料製の前もって作られたスクリーンを使うことである。

【0041】図4の最終ステップ（ステップF）は、様々な他の構成要素を組み立ててプラズマ・ディスプレイ

装置を通常のように完成することである。これは、陽極、リン光体、機械的支持フレーム、真空封止構造、および様々な従来の電子部品を付加することを含む。

【0042】ダイヤモンドコーティングされた陰極の場合、200-1000 $^{\circ}\text{C}$ での水素プラズマ熱処理が、例えば15V/ μm と同じくらい低い電界で、または好ましくは10V/ μm 以下の電界で低電圧電子放出（及び、プラズマ・ディスプレイにおける低いオン電圧）を保証するために有利である。水素プラズマ処理が電子放出を強化する正確な理由ははっきりしないが、表面での炭素結合の水素終端であると思われる。

【0043】本発明の別の観点は、ダイヤモンド表面で水素終端を維持し、黒鉛化を最小限にするためにプラズマ中に意図的に混合された水素ガスの選択的な使用を含んでいる。水素ガスの量は、少なくとも1体積%であり、好ましくは少なくとも5体積%である。水素ガスに加えて、あるいは水素ガスの代わりに、温度および部分圧条件に依存して水素ガスを吸収し、または放出する水素貯蔵材料が、バリア・リブ材料または電極などの既存の構成要素の一部として、あるいは別の構成要素として、プラズマ・ディスプレイ構造に付加できる。水素貯蔵材料は、Pd、LaNi₅、Zr-Ni、Fe-Tiベースの合金化合物、またはゼオライトから選ばれてもよい。そのような水素貯蔵材料の存在により、プラズマパネル表示の寿命にわたって相対的に一定の水素分圧を維持し、その耐久性を改善する。

【0044】窒素含有LEA材料では、ガス混合体中にN₂を含むことが有利である。1から5体積%が望ましい。

【0045】III. 改善された交流表示

ACプラズマ・ディスプレイは、AC表示における両方の電極がセルの静電容量を形成する誘電性の層であるという点で直流プラズマ・ディスプレイと異なる。誘電層は、MgOの層によりコーティングされ、そのMgO層はスパッタリングに耐性を有し、高い安定した2次電子放出係数を持っている。しかし、言及されるように、MgOは汚染に非常に影響され易い。さらに、スパッタリングによるMgOの堆積は時間のかかるプロセスである。

【0046】図9は、改善された交流表示セル90を示し、LEA材料層91が誘電層92と93上でMgO（または、追加のMgO）に代用されている。ダイヤモンドは、MgOを置換するか、または補うために理想的なLEA材料であることと気付かれた。なぜなら、ダイヤモンドは、低スパッタリングレートと（50くらい高い）高い2次電子放出係数を持っているからである。より重要なことは、水素終端ダイヤモンド表面は、少なくとも700 $^{\circ}\text{C}$ の温度まで非常に安定であり、化学的に不活性である。交流プラズマ・ディスプレイの電極9と10では、特別な欠陥が作られていないまたはドーブされ

ていない従来のCVDダイヤモンド（絶縁ダイヤモンド）が使用できる。交流プラズマ・ディスプレイのダイヤモンドの電気抵抗のための要求事項は、相対的に広い範囲、例えば $10^1 - 10^{12}$ オームセンチメートルにある。ローカルなダイヤモンド領域で自己制限電子放出を提供し、放出を均質化できたので、高い抵抗率が一般に好ましい。CVDダイヤモンド、連続膜、または島状は、ガラスまたはセラミック誘電体層上に直接堆積されてもよい。代わりに、非導電性のダイヤモンド粒子などの粒子が、ガラスまたはセラミックの表面に接着され、熱処理により接合されてもよい。また、貴プラズマガスへのいくつかの水素の選択的な付加が、ダイヤモンドの粒子の継続的な活性化のために有益である。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、典型的な従来の直流プラズマ・ディスプレイの断面図である。

【図2】図2は、低電子親和力材料からなる陰極を有する直流プラズマ・ディスプレイセルを示す図である。

【図3】図3は、低電子親和力材料のプラズマの発生時の効果を示すための実験的な設備を示す図である。

【図4】図4は、改善された直流プラズマ・ディスプレイを製造する際に含まれるステップを示すブロック図である。

【図5】図5は、低電子親和力材料として有益なダイヤモンド島の走査電子顕微鏡図である。

【図6】図6は、図4のプロセスにより作られた直流プラズマ・ディスプレイの第1の実施例を示す図である。

【図7】図7は、図4のプロセスにより作られた直流プラズマ・ディスプレイの第2の実施例を示す図である。

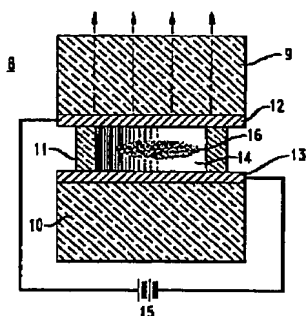
【図8】図8は、図4のプロセスで有益な前もって作られたバリヤ・リブ構造を示す図である。

【図9】図9は、低電子親和力材料からなる電極を使用する交流プラズマ・ディスプレイの断面図である。

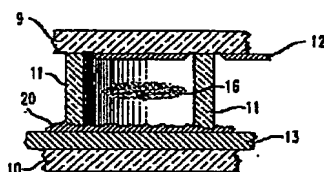
【符号の説明】

- 9、10 ガラスプレート
- 11 バリヤ・リブ
- 12 陽極
- 13 陰極
- 16 プラズマ
- 20 層

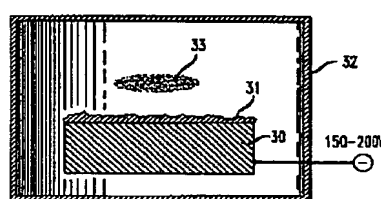
【図1】



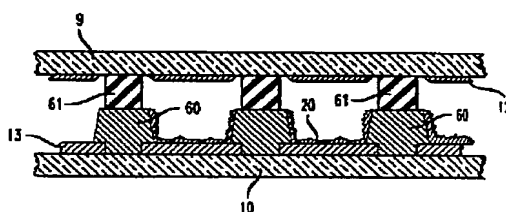
【図2】



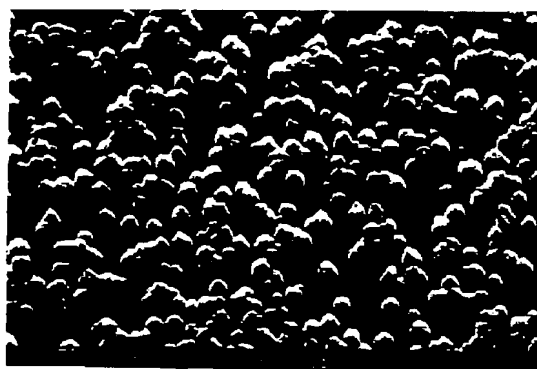
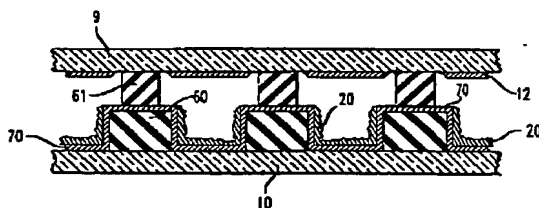
【図3】



【図6】

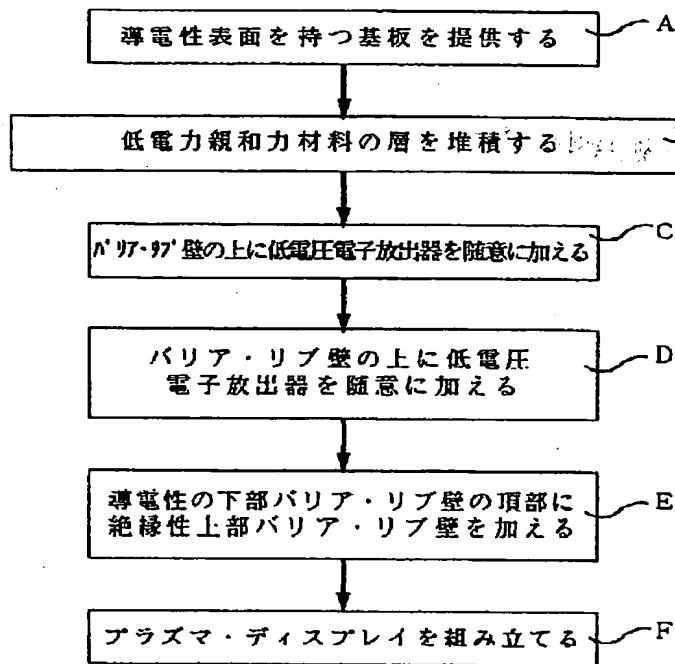


【図7】

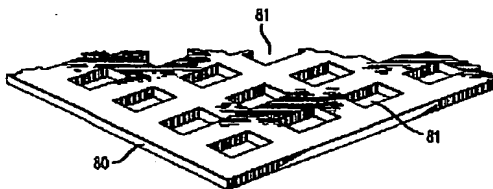


【図5】

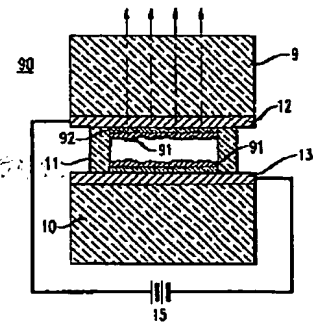
【図4】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 グレゴリー ビーター コチャンスキー
アメリカ合衆国 08812 ニュージャージー
イ, ダネレン, サード ストリート 324

(72)発明者 ウエイ ズー
アメリカ合衆国 07060 ニュージャージー
イ, ノース プレインフィールド, アパー
トメント デー7, ノース ドライヴ
375

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)